

Serial NO 09/601, 908
Group No 2876



(19) RU (11) (21) 94042608 (13) A1

(51) 6 G 01 N 23/04

СНИЖАЮЩЕГО

Комитет Российской Федерации
по патентам и товарным знакам

ВНИИГПЭ

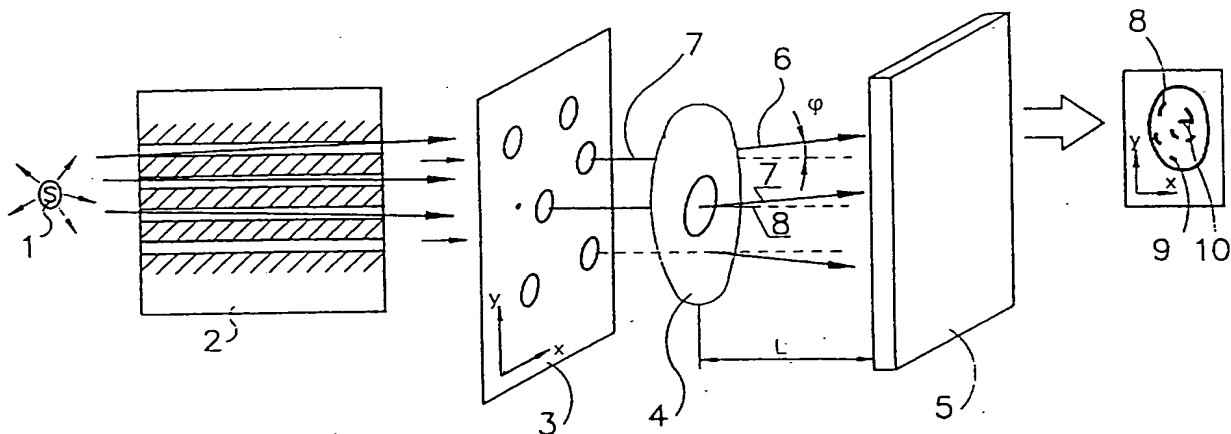
(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЗАЯВКЕ

1

(21) 94042608/25 (22) 30.11.94
(43) 20.09.96 Бюл. № 26
(75) Курбатов А.В., Лазарев П.И.
(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОЕКЦИИ
ОБЪЕКТА С ПОМОЩЬЮ ПРОНИКАЮ-
ЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ И УСТРОЙСТВО
ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ
(57) Способ получения проекции объекта с
помощью проникающего излучения заключа-
ется в том, что поток излучения подвергают
пространственной модуляции внесением ло-
кальных затенений, контролируют углы
отклонения лучей потока после прохождения
объекта по отношению к направлению лучей

2

до входа в объект, преобразуют эти угловые
отклонения в контраст проекции измерением
переноса пространственной модуляции попе-
речно к потоку излучения. Устройство для
осуществления способа содержит источник 1
проникающего излучения, модулятор 3 для
создания в нем пространственных попе-
речных неоднородностей, средство для преоб-
разования угловых отклонений прошедшего
через объект 4 излучения в контраст
проекции 8 объекта 4, имеющие элемент 5
для измерений поперечного переноса про-
странственных неоднородностей.



Фиг. 1

BEST AVAILABLE COPY

Настоящее изобретение относится к методам и средствам неразрушающего контроля исследуемого объекта и точнее - к способу получения проекции объекта с помощью проникающего излучения и к устройству для его реализации.

Изобретение может быть использовано для исследования внутренней структуры объектов, непрозрачных для видимого света, выполненных, например, из различных металлов, полимеров, керамики, либо биологических объектов для получения рентгенограмм внутренних органов человека или животного.

Известен метод создания проекции изображения внутренней структуры объекта воздействием на него пучком проникающего излучения, в частности рентгеновского, и регистрации прошедшего через объект излучения, подходящим детектором, например, фотопленкой, чувствительной к излучению используемого вида [БСЭ "Рентген"]. Получаемая проекция представляет собой картину двумерного распределения интенсивности излучения, прошедшего сквозь исследуемый объект. Двумерное распределение интенсивности возникает по причине существования в исследуемом объекте областей, различающихся способностью задерживать проникающее излучение.

При использовании известных метода и средств для исследования внутренней структуры объектов, имеющих малую способность задерживать проникающее излучение, или объектов, обладающих незначительным различием их областей по способности задерживать проникающее излучение, получаемая проекция несет мало информации о внутренней структуре изучаемого объекта.

Для исследования такого типа объектов используют метод, в котором измеряют угловые отклонения излучения, прошедшего сквозь объект, по отношению к первоначальному направлению излучения до входа в исследуемый объект. В этом случае получают информацию о распределении, в основном, рассеивающих и преломляющих свойств объекта, которую затем преобразуют в контраст изображения проекции объекта.

Ближайшим техническим решением к предлагаемому способу является способ получения радиографической проекции объекта с помощью проникающего излучения (рентгеновское, нейтронные пучки, синхротронное излучение), в котором прошедшее сквозь объект излучение контролируют по углу отклонения по отношению к направлению до входа в исследуемый объект, при этом угловое отклонение излучения преоб-

разуют в контраст проекции объекта (Подурец К.М., Соменков В.А., Шильштейн С.Ш. Радиография с рефракционным контрастом. Журнал технической физики, 1989, т. 59, вып. 6, с. 115-121).

Этот способ осуществляют с помощью устройства, содержащего источник проникающего излучения, коллиматор, формирующий пучок излучения в направлении исследуемого объекта, средство для преобразования угловых отклонений прошедшего сквозь объект излучения в контраст проекции, а также детектор для приема излучения, прошедшего сквозь исследуемый объект.

Коллиматор в свою очередь содержит совершенный монокристалл, установленный в отражающем по Брэггу положении, и щелевую диафрагму для ограничения пучка излучения. Средство для преобразования угловых отклонений прошедшего через объект излучения в контраст проекции также содержит совершенный монокристалл, расположенный в отражающем по Брэггу положении для коллимированного потока излучения.

Описанное устройство является ближайшим техническим решением к предлагаемому устройству.

Однако применение монокристаллов в устройстве для реализации способа сопровождается ограничением доли полезно используемого излучения, так как от монокристалла отражаются лучи, попадающие в узкий угол, ограниченный шириной кривой отражения, и имеющие определенную длину волны. В связи с этим только малая часть излучения от источника проходит сквозь исследуемый объект на детектор, что приводит к необходимости длительных экспозиций.

Указанные недостатки известного способа и устройства устраняются тем, что в предлагаемом способе и устройстве поток проникающего излучения подвергают пространственной модуляции, а преобразование угловых отклонений прошедшего сквозь объект излучения в контраст проекции осуществляют измерением переноса (поперечного сдвига) пространственной модуляции в направлении, поперечном к потоку излучения.

Пространственную модуляцию потока проникающего излучения создают внесением в этот поток излучения локальных затенений, а поперечный перенос (сдвиг) пространственной модуляции, вызванный рассеянием и преломлением излучения веществом исследуемого объекта, определяют измерением перемещений и искажения формы затенений

поперечно к направлению потока проникающего излучения.

Для измерения перемещения затенений задерживают неотклоненную часть излучения и регистрируют незадержанную часть излучения для оценки перемещения и искажения формы затенений по интенсивности этого излучения.

В одном из вариантов реализации способа прошедшее через исследуемый объект проникающее излучение преобразуют в световое излучение и измерение перемещения затенений проникающего излучения ведут по изменению формы и пространственного положения источников света, индуцированного проникающим излучением. При этом, задерживают часть светового излучения, в которую ранее преобразовали неотклоненные лучи проникающего излучения.

В обоих случаях целесообразно световое излучение предварительно пропускать через оптическую систему.

В другом варианте реализации способа преимущественно отклоненную часть прошедшего через исследуемый объект проникающего излучения преобразуют в световое излучение. И в этом случае световое излучение также пропускают через оптическую систему.

Возможно также измерять перемещения затенений с помощью позиционно - чувствительного детектора.

Устройство для осуществления способа получения проекции объекта содержит источник проникающего излучения, коллиматор для формирования пучка проникающего излучения в направлении исследуемого объекта и средство для преобразования угловых отклонений прошедшего излучения в контраст проекции объекта. В соответствии с изобретением, устройство снабжено модулятором для создания поперечных пространственных неоднородностей потока проникающего излучения, а средство для преобразования угловых отклонений прошедшего излучения в контраст проекции объекта содержит элемент для измерений поперечного переноса пространственных неоднородностей.

В предпочтительной форме реализации устройства его элемент для измерений поперечного переноса пространственных неоднородностей содержит транспарант для приема прошедшего через исследуемый объект излучения, который выполнен с участками, задерживающими используемый вид проникающего излучения.

Целесообразно в предложенном для осуществления способа устройстве между исследуемым объектом и транспарантом устано-

вить люминесцентный преобразователь проникающего излучения в световое излучение и закрыть его участками, задерживающими световое излучение. Для собирания лучей люминесцентного излучения и увеличения его интенсивности желательно применить оптическую систему, расположив ее между люминесцентным преобразователем и транспарантом. Элемент для измерений поперечного переноса и искажения формы пространственных неоднородностей может содержать люминесцентные вещества и иметь участки с различными люминесцентными свойствами. При этом предпочтительно устройство оснастить оптической системой для изменения направления светового излучения, возбуждаемого прошедшим объект проникающим излучением при попадании на элемент для измерений поперечного переноса пространственных неоднородностей. В предпочтительной форме осуществления устройства указанная оптическая система для собирания лучей люминесцентного излучения содержит коллективный элемент в виде оптического растра. В отдельных случаях элемент для измерений поперечного переноса пространственных неоднородностей представляет собой позиционно - чувствительный детектор.

Существо изобретения и его преимущества будут более понятны из последующего описания примеров осуществления способа и устройства с ссылкой на сопровождающие чертежи, где изображено: на фиг. 1 - принципиальная схема устройства для реализации фазоконтрастного способа получения проекции объекта с помощью проникающего излучения, согласно изобретению; на фиг. 2 - схема измерения переноса пространственной модуляции в потоке излучения с задержкой части прошедшего сквозь объект проникающего излучения при освещении объекта модулированным потоком; на фиг. 3 - схема измерения переноса пространственной модуляции в потоке излучения с задержкой части прошедшего через объект проникающего излучения при освещении объекта немодулированным потоком; на фиг. 4 - схема измерения перемещения затенений в потоке излучения с преобразованием проникающего излучения в световое излучение по перемещениям границ источников света; на фиг. 5 - схема измерения перемещения источников света в соответствии со схемой на фиг. 4 с задержкой части светового излучения; на фиг. 6 - схема измерения перемещения источников света в соответствии со схемой на фиг. 4 с задержкой

светового излучения, предварительно пропущенного через оптическую систему; на фиг. 7 - схема измерения перемещения затенений проникающего излучения с применением экрана, покрытого неоднородным люминофором; на фиг. 8 - схема измерения перемещения затенений проникающего излучения с использованием позиционно-чувствительного детектора; на фиг. 9 - схематически процесс образования контраста проекции объекта.

Для лучшего понимания изобретения предложенный способ получения проекции объекта с помощью проникающего излучения будет в последующем описан на примерах работы устройств, которые используются для реализации способа.

Одна из принципиальных схем устройства для осуществления способа представлена на фиг. 1. В соответствии с этой схемой источник 1 проникающего излучения, например, рентгеновская трубка, расположен на некотором расстоянии от коллиматора 2, который служит для образования потока проникающего излучения с малой расходимостью. На пути распространения коллимированного потока размещен транспарант 3 для создания пространственной модуляции потока излучения, т.е. для получения в этом потоке неоднородностей в направлении, поперечном к его движению.

Предпочтительно исследуемый объект 4 установить непосредственно за транспарантом 3 так, чтобы весь объект 4 или его изучаемая часть (область) пронизывались потоком проникающего излучения. Для приема проникающего излучения, прошедшего через исследуемый объект 4, предназначен элемент 5, который измеряет поперечный сдвиг (перенос) пространственной модуляции, т.е. неоднородности потока излучения. В качестве элемента 5 могут быть применены фотопленка, либо позиционно - чувствительный детектор либо люминесцентный экран.

Важно отметить, что расстояние "L" от исследуемого объекта 4 до элемента 5 должно быть выбрано таким образом, чтобы поперечный сдвиг неоднородностей в потоке излучения, вызванный преломлением излучения при прохождении им исследуемого объекта 4, был регистрируемым в пределах чувствительности элемента 5.

При прохождении модулированного проникающего излучения через исследуемый объект 4 часть его лучей 6 преломляются этим объектом 4 и они отклоняются на некоторый угол по отношению к направлению лучей 7 излучения до входа в исследуемый объект 4. Отклоненные и

неотклоненные лучи излучения после прохождения ими объекта 4 несут модуляцию, созданную транспарантом 3, а элемент 5 воспринимает поперечные сдвиги модуляции лучей излучения в различных зонах потока.

При последующей обработке информации о поперечных сдвигах неоднородностей в различных зонах потока излучения, регистрируемых элементом 5, получают проекцию 8 объекта 4 в виде контрастной картины. Контраст картины определяется наличием в ней участков 9 и 10 различной яркости или цвета в зависимости от распределения преломляющих свойств исследуемого объекта 4.

Другая схема устройства для осуществления способа приведена на фиг. 2, где источник 11 проникающего излучения освещает отверстие 12 диафрагмы 13, которая задает и фиксирует пространственное положение источника 11, а также его размер. На пути расходящегося от отверстия 12 диафрагмы 13 потока излучения находится транспарант 14, представляющий собой пластину с множеством, в частности круглых, отверстий 15, выполненную из материала, сильно поглощающего излучение используемого вида. В случае применения рентгеновского излучения пластина транспаранта 14 может быть изготовлена из свинца.

Прошедшее через отверстия 15 пластины транспаранта 14 излучение оказывается сколлимированным, при этом края отверстий 15 задают пространственную модуляцию потоку излучения. Исследуемый объект 4 помещается непосредственно за транспарантом 14 на пути коллимированного и модулированного потока излучения.

На некотором расстоянии от транспаранта 14 по ходу распространения коллимированных и модулированных лучей 16 установлен второй транспарант 17, имеющий участки 18, непрозрачные для прошедшего через исследуемый объект 4 излучения. Расстояние "L" от транспаранта 17 до исследуемого объекта 4 выбрано таким, чтобы вышедшие из объекта 4 лучи 19 с отклонением от первоначального (до входа в объект 4) направления сместились в поперечном направлении на величину, сопоставимую с разрешающей способностью приемника 20, размещенного за транспарантом 17.

На поверхности транспаранта 17 прошедшие через объект 4 лучи 19 излучения образуют систему пятен (затенений) 21, являющихся проекциями отверстия 12 диафрагмы 13 сквозь транспарант 14.

Непрозрачные участки 18 транспаранта 17 размещены там, где образуют проекции

н. 2 / отверстия 12 диафрагмы 13 неотклоняющиеся в объекте 4 лучи излучения, а остальная часть транспаранта 17 изготовлена из материала, пропускающего проникающее излучение. В результате некоторые отклоненные лучи имеют возможность попадания на прозрачные для излучения участки транспаранта 17 и проходят сквозь него на приемник 20, который регистрирует двумерное распределение интенсивности потока излучения.

Интенсивность прошедшего излучения, зарегистрированная приемником 20, определяется поглощением излучения в исследуемом объекте 4, а также величиной смещения границ пятен 21 относительно непрозрачных участков 18 транспаранта 17.

Таким образом, в данном случае контраст проекции 22 объекта 4 создается за счет неравномерности распределения интенсивности излучения на приемнике 20.

Принимая во внимание, что величина смещения границ пятен 21 определяется как произведение угла отклонения луча на расстояние, проходимое отклоненным лучом от исследуемого объекта 4 до приемника 20, то желательно для повышения чувствительности предложенного способа увеличивать расстояние L. Это становится возможным благодаря размещению исследуемого объекта 4 перед транспарантом 14, как это показано на фиг. 3, где сохранены цифровые обозначения, принятые на фиг. 2.

Однако нужно учитывать, что при таком расположении исследуемого объекта 4 он подвергается излишнему воздействию проникающего излучения, так как через этот объект 4 проходит та часть излучения, которая затем задерживается транспарантом 14 и не участвует в проецировании.

Известно, что сравнительно часто возникает необходимость согласования масштаба проекции исследуемого объекта с размерами приемника излучения по той причине, что проникающее излучение, распространяясь прямолинейно, способно давать либо параллельную, либо центральную проекцию, размеры которой однозначно определены размерами исследуемого объекта.

Согласование размера проекции исследуемого объекта с размерами приемника излучения может быть достигнуто путем преобразования проникающего излучения в световое с последующим применением оптической обработки света, индуцированного проникающим излучением.

Это можно пояснить схемой, изображенной на фиг. 4, на которой источник 23 проникающего излучения (рентгеновская трубка) расположен перед отверстием 24

диафрагмы 25. На пути распространения проникающего излучения после диафрагмы 25 помещен транспарант 26, который выполняет функции коллиматора и модулятора.

Коллимированный и модулированный транспарантом 26 поток проникающего излучения проходит сквозь исследуемый объект 4, прошедшие через него лучи 27 излучения взаимодействуют с люминесцентным экраном 28, а часть проникающего излучения задерживается транспарантом 29, стоящим перед экраном 28. Незадержанная часть излучения, поступая на экран 28, вызывает флуоресцентное свечение (показано маленькими стрелками) его люминофора в зонах 30.

Транспарант 29 выполнен так, что его непрозрачные для проникающего излучения участки 31 задерживают, в основном, большую часть лучей, неотклонившихся от первоначального направления до входа в исследуемый объект 4. Собственно отклонившиеся лучи излучения вызывают свечение люминофора в зонах 30 экрана 28. Интенсивность этого свечения тем больше, чем больше величина смещения на экране 28.

Распределение интенсивности свечения на экране 28 может быть зарегистрировано визуально или фотографией, либо введено в компьютер через средство оптического ввода известной конструкции (не показаны).

Обработка создаваемого свечения на экране 28, в том числе проецирование изображения этого свечения на светочувствительный детектор (не показан), в частности, с изменением масштаба, реализуется обычными известными средствами, например системой линз и зеркал (не показаны).

Измерение поперечного перемещения пучка проникающего излучения может быть осуществлено с использованием преобразования в световое излучение и другим путем, иллюстрируемым схемой на фиг. 5, где проецирующая часть, изображенная на фиг. 4, для простоты не показана, а представлен люминесцентный экран 28, показанный на фиг. 4, но без транспаранта 29, задерживающего проникающее излучение.

При этом, флуоресцентное световое излучение от экрана 28 ограничивается расположенным за ним маскирующим транспарантом 32. Световое излучение, прошедшее через маскирующий транспарант 32, регистрируется детектором 33. Последний в данном случае представляет собой фотокамеру, содержащую оптическую систему 34 и светочувствительную пленку 35.

Маскирующий транспарант 32 имеет участки 36, задерживающие или ослабляю-

Компьютер

шие световое излучение. Расположение прозрачных и непрозрачных для светового излучения участков транспаранта 32 выбрано так, что непрозрачные участки 36 находятся на пути светового излучения, вызванного неотклоненными лучами проникающего излучения.

Принцип измерения поперечного перемещения пучка проникающего излучения заключается в следующем.

В результате модуляции потока проникающего излучения транспарантом 26 в этом потоке образуются области высокой и низкой интенсивности, которые при прохождении излучения через экран 28 вызывают флуоресцентное свечение его люминофора в виде световых пятен (не показаны). Положение этих пятен будет изменяться при отклонении исследуемым объектом 4 лучей потока проникающего излучения. Благодаря вышеописанному выполнению маскирующего транспаранта 32, доля светового излучения от каждой из зон 30 экрана 28 будет зависеть, в основном, от величины поперечного смещения световых пятен на экране 28.

Световое излучение 37, прошедшее от экрана 28 через транспарант 32, проецируется оптической системой 34 на светочувствительную пленку 35 детектора 33. Засветка пленки 35 будет тем больше, чем большая доля светового излучения 37 от экрана 28 прошла через маскирующий транспарант 32. Изображение незадержанной транспарантом 32 части смещенного светового пятна представлена на фиг. 5 в виде серпообразной заштрихованной области 38. Таким образом, получаем картину двумерного распределения величин смещения световых пятен на экране 28. Названные смещения соответствуют проекциям областей исследуемого объекта 4, по разному отклоняющих проникающее излучение.

С целью уменьшения нежелательного влияния несовершенств оптической системы 34 на качество полученной проекции исследуемого объекта 27 маскирующий транспарант 32, препятствующий попаданию флуоресцентного светового излучения на фотопленку 35, целесообразно разместить не перед, а за оптической системой 34, как это видно на фиг. 6. Практически маскирующий транспарант 32 в этом случае изготавливают фотоспособом путем проецирования картины световых пятен через оптическую систему 34, что дает возможность скомпенсировать в полученной проекции искажения оптической системы 34.

При описанной форме реализации изобретения имеет смысл использовать в

оптической системе 34 известной конструкции оптический растр (не показан) для увеличения доли флуоресцентного излучения, направляемого на фотопленку 35 детектора 33. Оптический растр может содержать множество микролинз, сфокусированных на поверхности экрана 28.

В вышеописанных схемах устройств, представленных на фиг. 4, 5 и 6, применялся люминисцентный экран 28 и транспаранты 29 и 32. Роль этих транспарантов 29 и 32 заключалась в сообщении модуляции проникающему и световому излучениям, связанной с поперечным перемещением пучка проникающего излучения.

Этот же эффект может быть получен с помощью показанного на фиг. 7 экрана 39, имеющего участки 40 и 41 с различными флуоресцентными свойствами (цвет флуоресцентного излучения, яркость этого излучения, его поляризация), без применения транспарантов.

При попадании проникающего излучения на экран 39 его участки 40 и 41 испускают флуоресцентное световое излучение с различными параметрами, которое воспринимается светочувствительным детектором (не показан) известной конструкции, способным различать параметры излучения.

В процессе поперечных перемещений лучей проникающего излучения по поверхности экрана 39 изменяется соотношение освещенности участков 40 и 41 экрана 39 и соответственно - соотношение долей флуоресцентного светового излучения с различными параметрами.

Детектор, будучи чувствительным к изменяющимся параметрам флуоресцентного светового излучения, регистрирует двумерное распределение поперечных перемещений затенений проникающего излучения в виде контрастной проекции исследуемого объекта.

В одном из вариантов выполнения участки 40, 41 экрана 39 могут содержать вещества, способные давать флуоресцентное световое излучение различных цветов. При поступлении на такой экран 39 ограниченного затенениями пучка проникающего излучения результирующее флуоресцентное световое излучение будет состоять из комбинации цветов, зависящей от относительных долей облучаемых участков люминофоров 40, 41 различных цветов.

Поперечные перемещения затенений пучка проникающего излучения будут изменять соотношение освещенных площадей люминофоров участков 40 и 41 экрана 39 с различными люминисцентными свойствами. В свою очередь указанные изменения

соотношений будут проявляться в проекции исследуемого объекта в виде областей с различной окраской, т.е. будет иметь место цветовой контраст.

В другом варианте выполнения некоторые из участков 40 и 41 экрана 39 могут отличаться полным (или ослабленным) отсутствием флуоресцентных свойств. Например, это возможно за счет локального удаления люминофора с указанных участков, либо их обработки, гасящей флуоресценцию.

Предпочтительно участки с меньшей флуоресцентной способностью расположить на пути прохождения неотклоненных лучей проникающего излучения.

Поперечные перемещения затенений проникающего излучения в этом случае будут увеличивать долю облученного люминофора, имеющего большие флуоресцентные свойства (светоотдачи). При этом проекции участков исследуемого объекта, имеющих большую отклоняющую способность, будут представлены светлыми областями (зонами). Если на пути прохождения неотклоненных лучей проникающего излучения разместить участки с большей светоотдачей, то контраст проекции исследуемого объекта будет с обратным знаком.

Как известно, перемещение - вектор, характеризующийся направлением и модулем. Для раздельного измерения модуля и направлений перемещений затенений потока проникающего излучения целесообразно применить позиционно-чувствительный детектор 42 и оперативно связанное с ним вычислительное средство 43, показанные на фиг. 8 и функционально выполняющие роль приемного элемента 5 (фиг. 1).

Позиционно-чувствительный детектор 42 имеет множество секций 44, электрически соединенных с вычислительным средством 43. На поверхность позиционно-чувствительного детектора 42 проникающее излучение приходит в виде ограниченных пучков (проекции отверстия 12 диафрагмы 13 через транспарант 14, фиг. 2). Выходной сигнал от каждой секции 44 детектора 42 содержит информацию о координатах пучков проникающего излучения, воспринятого детектором 42.

Процесс измерения состоит в том, что вычислительное средство 43 запоминает показания детектора 42, полученные с некоторым стандартным объектом или при его отсутствии. Затем выполняются измерения с исследуемым объектом и этот результат сравнивается с полученным ранее. По итогам сравнения определяется величина и направление смещений пучков проникающего из-

лучения, которые прошли через различные области исследуемого объекта.

Вычислительное средство 43 формирует изображение проекции 45 исследуемого объекта, на котором в контрастном виде показывает величину и направление отклонений проникающего излучения.

Конкретный пример осуществления изобретения с помощью устройства, показанного на фиг. 2, приводится ниже.

Источник проникающего излучения 11 - рентгеновская трубка с медным анодом, работающая в режиме генерации характеристического излучения, имеющего длину волны 1,54 А. Поток излучения ограничивается диафрагмой 13 с круглым отверстием 12 диаметром 0,01 мм.

На расстоянии 1 м от диафрагмы 13 установлен транспарант 14 из непрозрачного для рентгеновских лучей металла (свинцовая фольга) с системой отверстий 15 круглой формы диаметром 0,01 мм, равномерно расположенных на расстоянии 0,05 мм одно от другого в вершинах сетки равносторонних воображаемых треугольников со стороной, равной 0,05 мм. На расстоянии 1 м по ходу лучей от транспаранта 14 размещен второй транспарант 17, выполненный из прозрачного для рентгеновских лучей аморфного материала, например, кварца, на который нанесена сетка непрозрачных для рентгеновских лучей участков 18 в виде круглых пластин диаметром 0,06 мм, располагаемых на расстоянии 0,1 мм одна от другой в вершинах правильных воображаемых треугольников.

Форма и расположение непрозрачных участков 18 подобраны так, что достигается полное перекрытие ими пучков рентгеновского излучения, прошедших сквозь транспарант 14.

Перед началом измерений совмещают проекции отверстий 15 транспаранта 14 на плоскость транспаранта 17. Для этого на месте приемника 20 устанавливают газоразрядный счетчик излучения известной конструкции и перемещением транспаранта 14 добиваются минимального значения скорости счета газоразрядного счетчика излучения.

В качестве исследуемого объекта 4 использовали куб со стороной 20 мм, выполненный из парафина с двумя взаимно перпендикулярными отверстиями 46, как это видно на фиг. 9, каждое из которых имеет диаметр, равный 2 мм. Исследуемый объект 4 размещали вблизи транспаранта 14 на пути пучка излучения. Приемником 20 служила рентгеночувствительная фотопленка, размещенная за транспарантом 17 вблизи него.

Снимок 47 проекции 48 объекта 4 представляет собой множество равноотстоящих пятен 49, образованных лучами, прошедшими сквозь транспарант 14 и частично задержанными транспарантом 17, на фоне равномерной засветки от диффузно рассеянных лучей. Проекция 48 исследуемого объекта 4 выглядит в виде темного квадрата 50 со стороной, равной 40 мм с перекрещивающимися светлыми полосами (не показаны) шириной около 4 мм, соответствующими проекциям отверстий 46 куба.

Лучи, прошедшие объект 4 в сечениях, содержащих отверстия 46, будут ослаблены слоем парафина толщиной 18 мм в меньшей степени, чем лучи, которые прошли через слой парафина в 20 мм. Это будет отражено в изображении меньшим почернением фотоэмульсии на пленке. Лучи, прошедшие сквозь отверстия 46 объекта 4 перпендикулярно их осям, будут отклоняться по закону линзы на углы, пропорциональные расстоянию от луча до оси отверстия 46. Наибольший угол отклонения рентгеновских лучей составит примерно 4 угловых секунды. Отклоненные лучи, пройдя расстояние в 1 м до транспаранта 17 и фотопленки, получают боковое смещение на величину от 0 до 0,02 мм.

Таким образом, около 20 лучей, пересекающих отверстие 46 в каждом его радиальном сечении, попадут на фотопленку, частично задержанные транспарантом 17. Доля задержанного транспарантом 17 излучения составит от 70% - для лучей наиболее удаленных от осей отверстий 46, до 100% - для лучей, прошедших через оси отверстий 46 и не претерпевших отклонений от первоначального направления.

Площадь поперечного сечения всех лучей, прошедших сквозь исследуемый объект 4, составит около 15% от площади сечения объекта 4. Поэтому не все области объекта 4 дадут свою проекцию на фотопленку.

Для повышения информативности снимка 47 целесообразно придать смещение объекту 4 на величину $X < 0,01$ в двух направлениях и на величину $2X$ переместить фотопленку в тех же направлениях, сделать повторно снимки проекций других областей объекта 4, которые не были облучены рентгеновскими лучами при предыдущих проецированиях.

Изобретение не ограничивается примерами осуществления, приведенными в настоящем описании, и может иметь некоторые изменения и дополнения, не выходящие, однако, за рамки изложенных далее патентных притязаний.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ получения проекции объекта с помощью проникающего излучения, в соответствии с которым прошедшее сквозь объект излучение контролируют по углу отклонения по отношению к направлению до входа в исследуемый объект, при этом угловое отклонение излучения преобразуют в контраст проекции объекта, *отличающийся* тем, что поток проникающего излучения подвергают пространственной модуляции, а преобразование угловых отклонений прошедшего сквозь объект излучения в контраст проекции осуществляют измерением переноса пространственной модуляции в направлении, поперечном к потоку излучения.

2. Способ по п. 1, *отличающийся* тем, что пространственную модуляцию потока проникающего излучения создают внесением в этот поток излучения локальных затенений, а поперечный перенос пространственной модуляции определяют измерением перемещений затенений поперечно к направлению потока проникающего излучения.

3. Способ по п. 2, *отличающийся* тем, что для измерения перемещения затенений задерживают неотклоненную часть излучения и регистрируют незадержанную часть

излучения для оценки перемещения затенений по интенсивности этого излучения.

4. Способ по п. 2, *отличающийся* тем, что прошедшее через исследуемый объект проникающее излучение преобразуют в световое и измерение перемещений затенений проникающего излучения ведут по изменению размеров и пространственного положения источников света, индуцированного проникающим излучением.

5. Способ по п. 4, *отличающийся* тем, что задерживают часть светового излучения, в которую ранее преобразовали неотклоненные лучи проникающего излучения.

6. Способ по пп. 4 и 5, *отличающийся* тем, что световое излучение предварительно пропускают через оптическую систему.

7. Способ по п. 2, *отличающийся* тем, что преимущественно отклоненную часть прошедшего через исследуемый объект проникающего излучения преобразуют в световое излучение.

8. Способ по п. 7, *отличающийся* тем, что световое излучение пропускают через оптическую систему.

9. Способ по п. 2, *отличающийся* тем, что перемещения затенений измеряют с

помощью позиционно-чувствительного детектора.

10. Устройство для получения проекции объекта, содержащее источник проникающего излучения, коллиматор для формирования потока проникающего излучения в направлении исследуемого объекта и средство для преобразования угловых отклонений прошедшего излучения в контраст проекции объекта, отличающееся тем, что оно снабжено модулятором для создания поперечных пространственных неоднородностей потока проникающего излучения, а средство для преобразования угловых отклонений прошедшего излучения в контраст проекции объекта содержит элемент для измерений, поперечного переноса пространственных неоднородностей.

11. Устройство по п. 10, отличающееся тем, что элемент для измерений поперечного переноса и искажения формы пространственных неоднородностей содержит транспарант для приема прошедшего через исследуемый объект излучения, который выполнен с участками, задерживающими используемый вид проникающего излучения.

12. Устройство по п. 11, отличающееся тем, что между исследуемым объектом и транспарантом для измерений поперечного переноса и искажения формы пространственных неоднородностей установлен люминесцентный преобразователь проникающего

излучения в световое излучение, а транспарант имеет участки, задерживающие световое излучение.

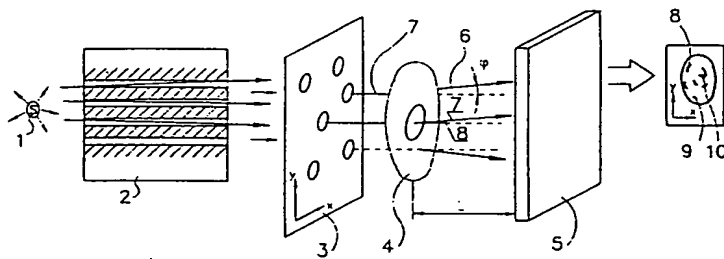
13. Устройство по п. 12, отличающееся тем, что между люминесцентным преобразователем и транспарантом установлена оптическая система для собирания лучей люминесцентного излучения и увеличения его интенсивности.

14. Устройство по п. 11, отличающееся тем, что элемент для измерений поперечного переноса пространственных неоднородностей содержит люминесцентные вещества и имеет участки с различными люминесцентными свойствами.

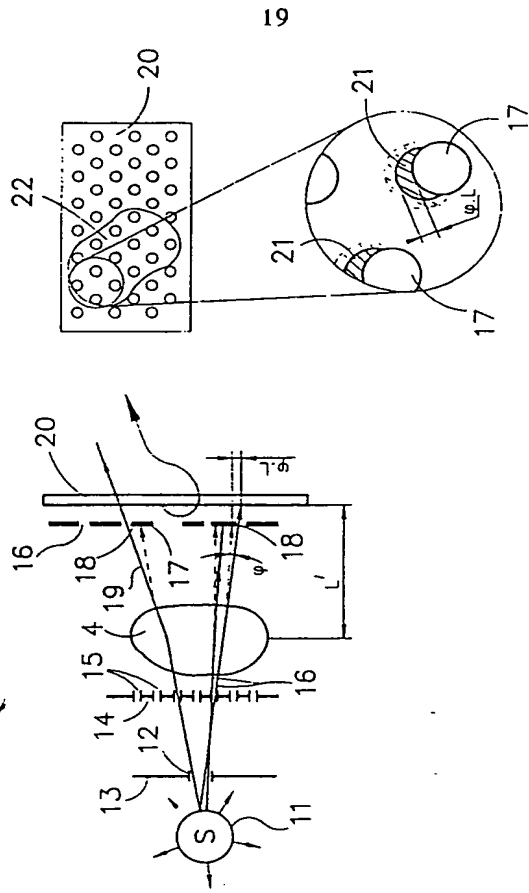
15. Устройство по п. 14, отличающееся тем, что оно содержит оптическую систему для изменения направления светового излучения, возбуждаемого проникающим излучением, прошедшим объект, при попадании на элемент для измерений поперечного переноса пространственных неоднородностей.

16. Устройство по пп. 13 и 15, отличающееся тем, что оптическая система для изменения направления светового излучения содержит коллективный элемент, выполненный в виде оптического раstra.

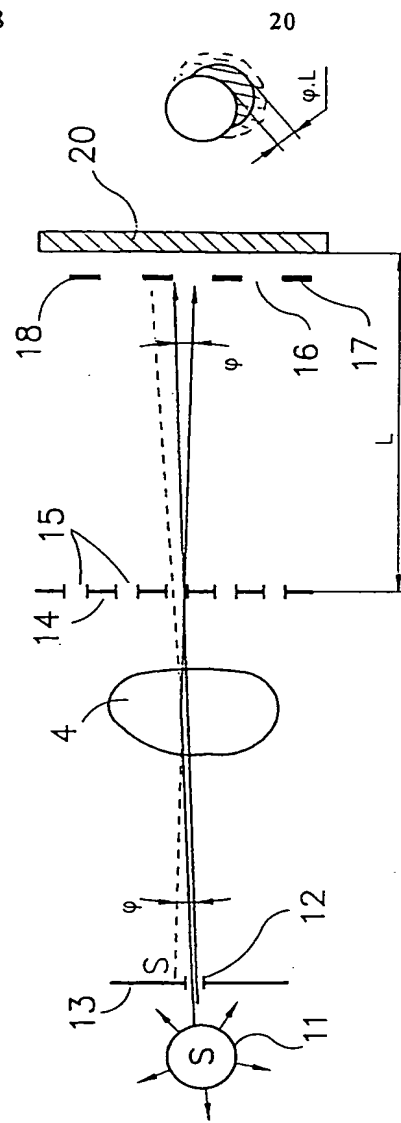
17. Устройство по п. 10, отличающееся тем, что элемент для измерений поперечного переноса пространственных неоднородностей содержит позиционно-чувствительный детектор.



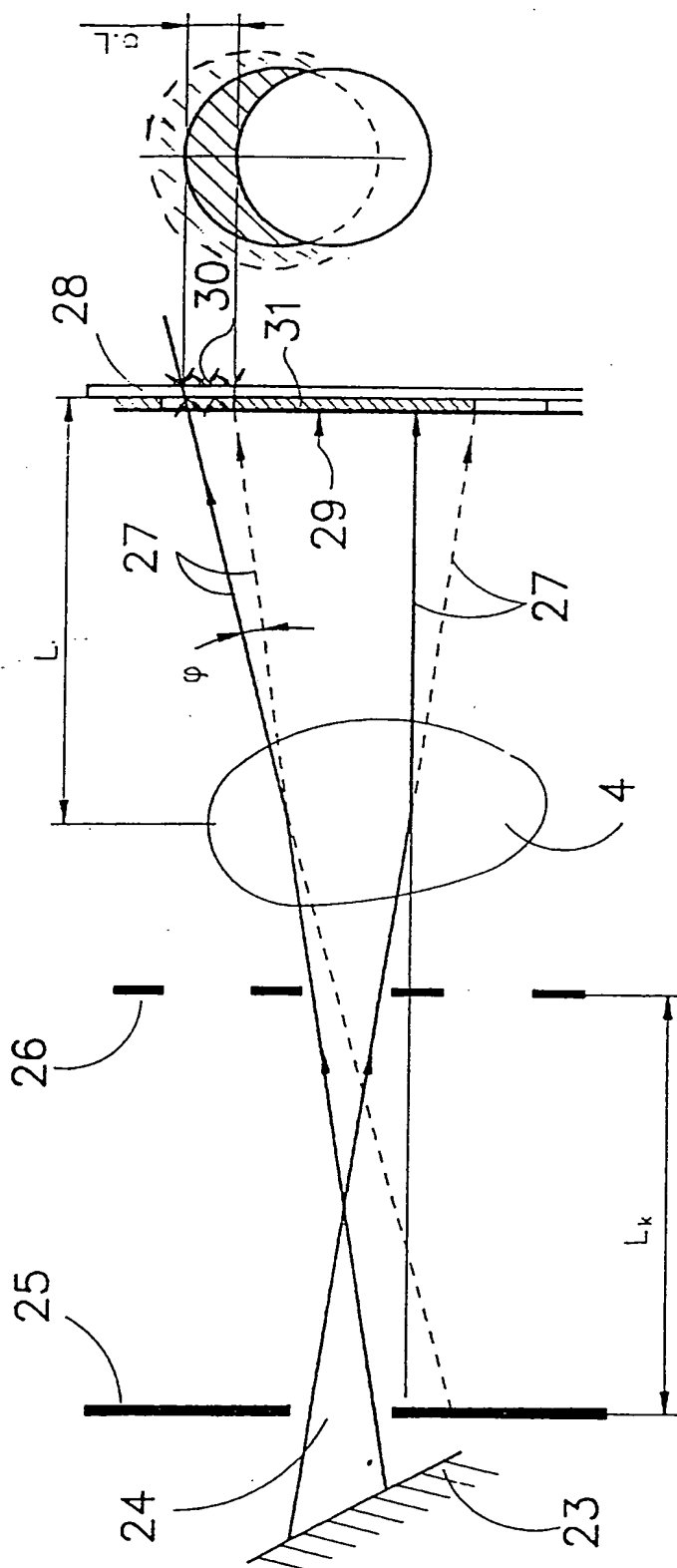
Фиг. 1

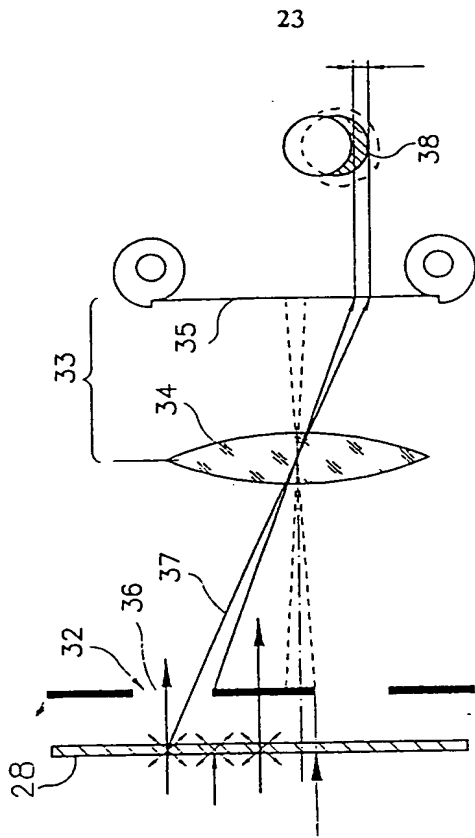


Фиг. 2

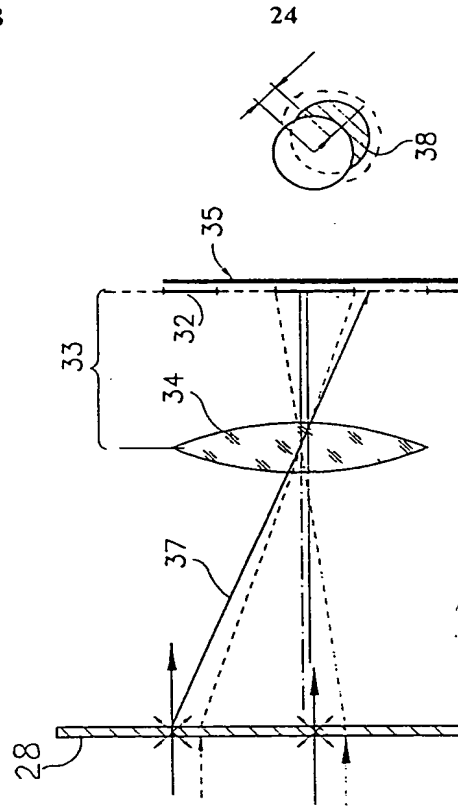


Фиг. 3

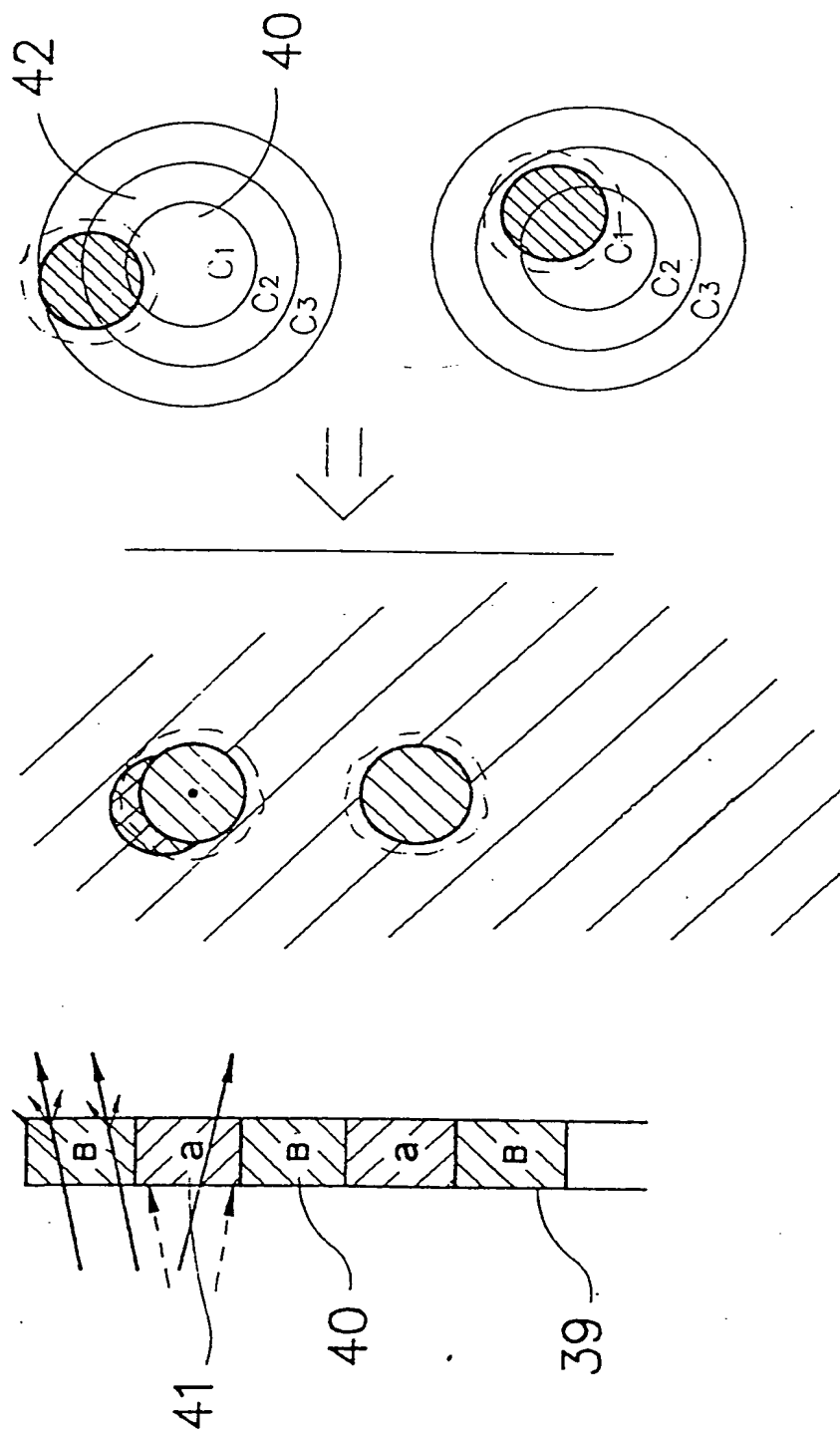




фиг. 5



фиг. 6

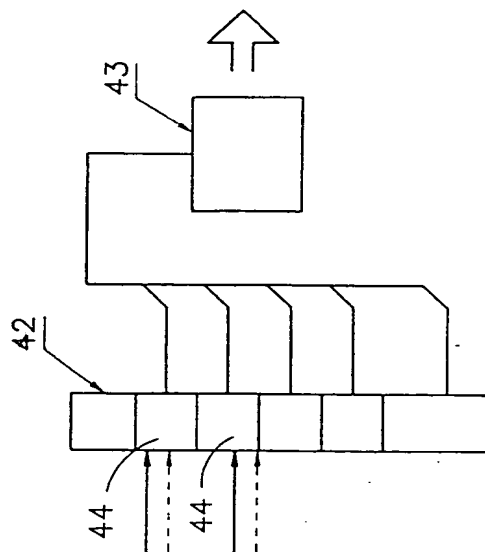
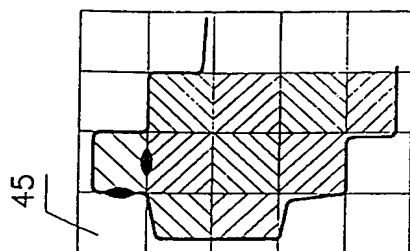


ФИГ. 7

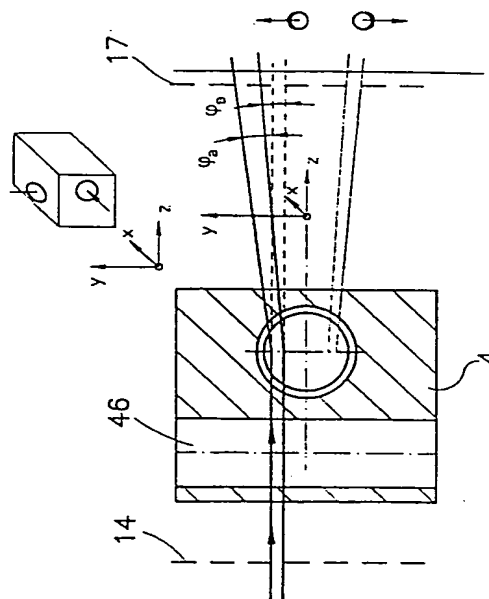
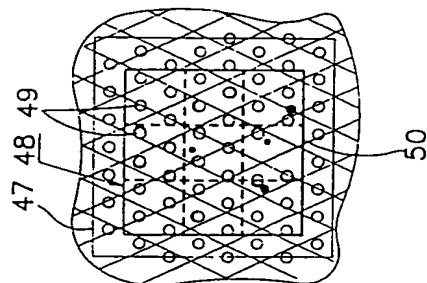
27

94042608

28



фиг. 8



фиг. 9

Заказ 29 Подписное

ВНИИПИ, Рег. ЛР № 040720
113834, ГСП, Москва, Раушская наб., 4/5121873, Москва, Бережковская наб., 24 стр. 2.
Производственное предприятие «Патент»

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.